

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-226590
 (43)Date of publication of application : 16.08.1994

(51)Int.CI. B23Q 15/18

(21)Application number : 05-012552 (71)Applicant : TOSHIBA MACH CO LTD
 (22)Date of filing : 28.01.1993 (72)Inventor : AIISO KATSUNOBU

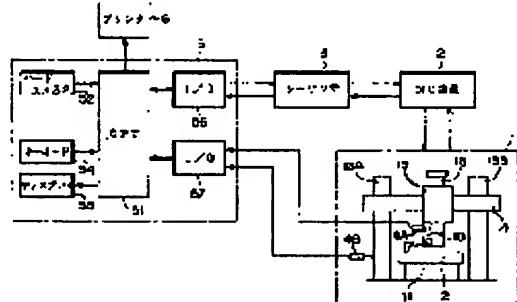
FUNADA OSAMU
 EZOE KAZUAKI
 AKIYAMA MAMORU

(54) THERMAL DISPLACEMENT CORRECTING DEVICE OF MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To make possible rate machining by making a plurality of sorts of correction data tables in which temperature difference and correction data under each sort of machining condition are correspondingly stored, and deciding the correction data based on the correction data table read out according to the machining condition.

CONSTITUTION: In a device in which a control signal based on machining data made by a data processing device 5 is input to a NC device 2 through a sequencer 3, and a planer-type machining center 1 is drivingly controlled by means of the NC device 2, a pair of temperature detecting sensors 4A, 4B are provided, which detect temperature on mutually different two points as the reason of thermal displacement of the machining center. A plurality of sorts of correction data tables in which correction data correcting thermal displacement corresponding to temperature difference of two part positions under every each different machining condition is stored, are prepared. The correction data corresponding to the temperature difference of two part positions is read out based on the correction data table read according to the machining condition among these tables, and utilized for thermal displacement correction of the machine tool.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	08.09.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3174654
[Date of registration]	30.03.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	

*** NOTICES ***

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The temperature detection means of the pair which detects the temperature of the part where the inclination of the time course of the amount of displacement of a main shaft location and the inclination of the time course of a temperature change become the equal, and the temperature of a part with few temperature changes, the heat corresponding to the temperature gradient of two parts detected with the temperature detection means of said pair for every processing conditions various [different] -- with two or more sorts of amendment data tables which memorized the amendment data which amend a variation rate. The amendment data table corresponding to actual processing conditions is read out of two or more sorts of these amendment data tables. The amendment data selection means which reads the amendment data corresponding to the temperature gradient of two parts detected with said temperature detection means out of the amendment data table, a radical [data / which were read by this amendment data selection means / amendment] -- the heat of a machine tool -- having provided an amendment activation means to amend a variation rate -- the description -- smoothly -- the heat of a machine tool -- a variation rate -- a compensator.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the heat displacement compensator of a machine tool. every processing conditions which change in detail by the existence of a coolant, the posture of a main shaft to be used -- the optimal heat -- a variation rate -- the heat of the machine tool which can choose amendment data -- a variation rate -- it is related with a compensator.

[0002]

[Background of the Invention] the heat of the former and a machine tool -- a variation rate -- the heat of "NC machine tool indicated by ** JP,56-27126,B as a compensator -- a variation rate -- the heat of "machine tool indicated by compensator" and ** JP,51-73681,A -- a variation rate -- the heat of "machine tool indicated by compensator" and ** JP,51-90083,A -- a variation rate -- compensator" etc. is known.

[0003] first, the heat of the NC machine tool of ** -- a variation rate -- the heat which produces a compensator beforehand corresponding to the number or processing duration of processing -- the correction value corresponding to [when measuring the correction value which can amend a variation rate, storing it in external storage and actually processing a work piece] the number or processing duration of processing out of external storage -- reading -- the correction value -- heat -- it is the configuration which amended the variation rate.

[0004] moreover, the heat of the machine tool of ** -- a variation rate -- the heat which produces a compensator in each phase for every phase of a temperature change -- the correction value corresponding to [when memorizing the correction value which can negate a variation rate and actually processing a work piece, detect the temperature of a machine tool, and] the detection temperature -- reading -- the correction value -- heat -- it is the configuration which amended the variation rate.

[0005] the last -- the heat of the machine tool of ** -- a variation rate -- the heat which produces a compensator at each of that temperature for every suitable temperature spacing of a temperature change, when memorizing the correction value which can negate a variation rate and actually processing a work piece the correction value corresponding to [detect the temperature of a machine tool, read the correction value corresponding to two temperature nearest to that detection temperature, and] detection temperature by these two correction value and temperature spacing to proportion -- computing -- this correction value -- heat -- it is the configuration which amended the variation rate.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the heat mentioned above -- a variation rate -- since it only makes memorize and orders one correction value, it comes out and a compensator has each corresponding to each temperature of the number of processing, or a machine tool -- the bottom of a certain certain processing conditions -- heat -- though effect by the variation rate is lessened and process tolerance can be secured, when processing conditions change, there is a problem that predetermined process tolerance is not securable. if processing conditions change with the existence of a coolant, the posture (a perpendicular/horizontal) of the main shaft to be used, the deduction include angle of an attachment, etc. -- the heat in a certain temperature -- a variation rate -- the conventional heat which had determined correction value uniquely corresponding to the number and the temperature of processing in order for an amount to also change -- a variation rate -- by the amendment approach, there is a problem that where of processing under [various] processing conditions cannot be secured with high precision.

[0007] the heat of the machine tool which the purpose of this invention solves such a conventional technical problem here, and can secure highly precise processing also under various different processing conditions -- a variation rate -- it is in offering a compensator.

[0008]

[Means for Solving the Problem] therefore, the heat of the machine tool of this invention -- a variation rate - - a compensator is equipped with the next configuration in order to solve the conventional technical problem. That is, the temperature detection means of the pair which detects the temperature of the part where the inclination of the time course of the amount of displacement of a main shaft location and the inclination of the time course of a temperature change become the equal, and the temperature of a part with few temperature changes, the heat corresponding to the temperature gradient of two parts detected with the temperature detection means of said pair for every processing conditions various [different] -- with two or more sorts of amendment data tables which memorized the amendment data which amend a variation rate. The amendment data table corresponding to actual processing conditions is read out of two or more sorts of these amendment data tables. a radical [data / which were read by the amendment data selection means which reads the amendment data corresponding to the temperature gradient of two parts detected with said temperature detection means out of that amendment data table, and this amendment data selection means / amendment] -- the heat of a machine tool -- it has an amendment activation means to amend a variation rate.

[0009]

[Function] Beforehand, two or more sorts of amendment data tables are created for every processing conditions of various kinds of. for example, the bottom of the processing condition of the various kinds which changed such combination when there was nothing with the case where there is a coolant and the posture of the main shaft to be used was level, and when perpendicular -- setting -- the temperature detection means of a pair -- the heat of a machine tool -- the temperature of two different parts leading to a variation rate is detected. Specifically, the temperature of the part where the inclination of the time course of the amount of displacement of a main shaft location and the inclination of the time course of a temperature change become the equal, and the temperature of a part with few temperature changes are detected. and the heat produced in the temperature gradient of both temperature -- the amendment data which amend a variation rate are made to memorize for every processing conditions corresponding to each temperature gradient a radical [data / the / when actually processing a work piece, after the amendment data table corresponding to actual processing conditions was read out of two or more sorts of amendment data tables and the amendment data corresponding to the temperature gradient of two parts detected with a temperature detection means were read out of the amendment data table / amendment] -- the heat of a machine tool -- a variation rate -- ** -- it is amended automatically. Therefore, highly precise processing can be secured also under various different processing conditions.

[0010]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is the block diagram showing the processing system which applied the heat displacement compensator of this invention. The portal machining center 1 this processing system of whose is a machine tool (fifth page processing machine), two mutually different points from NC unit 2 which serves as an amendment activation means, and a sequencer 3 -- the heat of the portal machining center 1 -- with the temperature detection sensors 4A and 4B of the pair as a temperature detection means which detects the temperature leading to a variation rate It asks for amendment data. the heat optimal from the detection temperature data detected by the temperature detection sensors 4A and 4B of this pair, processing conditions, etc. -- a variation rate -- It consists of a data processor 5 which consists of a personal computer which gives it to said NC unit 2 through said sequencer 3 with a fixed time interval, and a printer 6 which prints the amendment data called for with this data processor 5.

[0011] The table 12 prepared free [migration to a cross direction (X-axis)] on the base 11 as said portal machining center 1 showed a detail to drawing 2 R> 2, The columns 13A and 13B of the pair set up by the both sides which sandwiched this table 12, The cross rail 14 formed in the vertical direction free [rise and fall] between column 13A of these both sides, and 13B, The spindle head 15 prepared free [migration] along with the longitudinal direction (Y-axis) of this cross rail 14, The ram 16 which has the perpendicular main shaft (illustration abbreviation) which is established in the vertical direction (Z-axis) free [rise and fall] at this spindle head 15, and can rotate freely inside, It consists of attachments 18 which are attached in the lower limit of this ram 16 free [attachment and detachment], and have the inside level attachment main shaft 17. The balance cylinders 19A and 19B for making the load applied to the columns 13A and 13B of the both sides of a cross rail 14 according to Y shaft-orientations location of a spindle head 15 balance are formed in said each columns 13A and 13B, respectively.

[0012] 1st temperature detection sensor 4A detects the temperature of the part where the inclination of the

time course of the amount of displacement of a machine main shaft location and the inclination of the time course of a temperature change become the equal as the 1st point-of-measurement temperature among the temperature detection sensors 4A and 4B of said pair. Here, the temperature of the lower limit section of the ram 16 near the perpendicular main shaft is incorporated as the 1st point-of-measurement temperature. Moreover, 2nd temperature detection sensor 4B detects the temperature of the lower limit section of column 13A as the 2nd point-of-measurement temperature the part with few temperature changes of the portal machining center 1, and here. These 1st and 2nd point-of-measurement temperature data are incorporated by the data processor 5 for every predetermined time.

[0013] Said data processor 5 contains the hard disk 52 which memorizes CPU51, a processing program, amendment data, etc., a keyboard 54, DISUPUI 55, two I/O 56 and 57, etc. CPU41 constitutes the amendment data selection means of this example here. Said sequencer 3 is connected to said I/O56, and the temperature detection sensors 4A and 4B of said pair are connected to said I/O57, respectively. Moreover, two or more sorts of amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5 under [various / which is different as shown in said hard disk 52 at drawing 3] processing conditions TBn It memorizes. The posture of nothing (dry) and a use main shaft about the processing work piece A For example, a horizontal, [a coolant] The amendment data table TB 1 under the processing conditions whose AAI include angle (attachment deduction include angle) is 0 degree About the processing work piece A, the posture of ** (wet) and a use main shaft A horizontal, [a coolant] About the amendment data table TB 2 under the processing conditions whose AAI include angle is 0 degree, and the processing work piece A Amendment data table TB4 under the processing conditions that the posture of ** (wet) and a use main shaft has a perpendicular coolant etc. is memorized, respectively about the amendment data table TB 3 under the processing conditions that the posture of nothing (dry) and a use main shaft has a perpendicular coolant, and the processing work piece A.

[0014] Here, they are the amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5.... TBn Creation is performed by the following approach. First, it is equivalent to a processing program including a target processing work piece, target processing conditions, etc., and the program for measurement which can detect the variation rate of the location of a main shaft is created. Here, after setting a measuring instrument so that the variation rate of X, Y, and Z shaft orientations can be detected about a perpendicular main shaft and a level main shaft, the program for measurement is operated, and the temperature change at that time and the variation rate of each point of measurement are measured and recorded. From this measurement result, a graph as shown in drawing 4 is created. Based on the data of up to 1 of the temperature-gradient (1st point-of-measurement temperature-2nd point-of-measurement temperature) curve of this graph crest, the amendment data at the time of temperature descent are determined about each of X, Y, and the Z-axis at the time of a temperature rise. For example, the amendment data at the time of the temperature rise of 12 degrees C of temperature gradients determine -25micro and the amendment data at the time of temperature descent like -37micro. They are various kinds of amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5 by performing this according to various kinds of processing conditions, respectively, and inputting the amendment data into a data processor 5.... TBn It can create.

[0015] Said each amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5 TBn Data are divided into the header unit HP of the 1st line, and data-division DP of the 2nd less than line so that it may illustrate to drawing 5 . As the contents of said header unit HP are shown in drawing 6 , from the left to the maximum temperature gradient (degree C) An amendment step temperature (degree-C) perpendicular X stem correction shift amount (mu), a perpendicular Y stem correction shift amount (mu), It consists of perpendicular Z stem correction shift-amount (mu), level X stem correction shift-amount (mu), level Y stem correction shift-amount (mu), level Z stem correction shift-amount (mu), and amendment shift decision maximum-temperature (degree-C) amendment shift decision minimum temperature (degree C). Here, with an amendment shift amount, when the crest of a temperature-gradient curve appears twice or more, and it is necessary to correct the amendment data of 2 crest henceforth, it uses. Like drawing 8 , when you expect the result of amendment by the data of eye one crest of a temperature-gradient curve, specifically, let the amount of inequalities of eye two crests be an amendment shift amount. As the contents of said data-division DP are shown in drawing 7 , from the left to a temperature gradient (degree C) The amount (mu) of perpendicular X-axis temperature rise side amendments, the amount of perpendicular Y-axis temperature rise side amendments (mu), The amount (mu) of perpendicular Z-axis temperature rise side amendments, the amount of perpendicular X-axis temperature descent side amendments (mu), The amount (mu) of perpendicular Y-axis temperature descent side amendments, the amount of perpendicular Z-axis temperature descent side amendments (mu), It consists of the amount (mu) of level X-axis temperature rise side

amendments, the amount (mu) of level Y-axis temperature rise side amendments, the amount (mu) of level Z-axis temperature rise side amendments, the amount (mu) of level X-axis temperature descent side amendments, the amount (mu) of level Y-axis temperature descent side amendments, and the amount (mu) of level Z-axis temperature descent side amendments.

[0016] Next, an operation of this example is explained. If a processing work piece is carried in on a table 12, the class of the processing work piece will be distinguished and it will be inputted into a hard disk 52. If the portal machining center 1 is operated after it according to the processing program corresponding to the carried-in work piece, the existence of a coolant, the posture of a use main shaft, an AAI include angle, etc. will be automatically distinguished by the various codes of the processing program. Then, various kinds of amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5 memorized by the hard disk 52 TBn The amendment data table corresponding to these processing conditions is read from inside.

[0017] Moreover, if the detection temperature data from the temperature detection sensors 4A and 4B of a pair are incorporated by CPU51 through I/O57, CPU51 will compute the temperature gradient (the 1st point-of-measurement temperature-2nd point-of-measurement temperature) of these two temperature, and will choose the amendment data corresponding to a temperature gradient from the amendment data tables read corresponding to said processing conditions. At this time, it distinguishes whether it is this temperature gradient at the temperature rise time, or it is at the temperature downward time based on the temperature gradient computed last time, and the amendment data according to that distinction result are chosen as it. If selected amendment data are given to NC unit 2 through a sequencer 3 after this, NC unit 2 will shift a machine origin-of-coordinates location by amendment data, and will move a machine. Thereby, heat displacement is amended automatically.

[0018] Therefore, two or more sorts of amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5 to which a temperature gradient of two points which is different under [different various] a processing condition according to this example, and amendment data were made equivalent TBn It creates. Make this memorize in a hard disk 52, and the amendment data table which was in agreement with the processing conditions at the time of actually processing a work piece is read. Since the amendment data corresponding to a temperature gradient are chosen from these amendment data tables and the machine origin-of-coordinates location was amended based on that amendment data, high precision processing can be secured also under [various] processing conditions.

[0019] the optimal heat which took into consideration various kinds of processing conditions since the amendment data tables under various kinds of processing conditions including the posture (perpendicular/-level) and AAI include angle of the classification of a processing work piece, the existence (a sentiment/dry cleaning) of a coolant, and a use main shaft were created especially -- a variation rate -- it can amend. and -- since it enables it to have chosen amendment data which distinguish whether it is a temperature gradient at the rise time, or it is at the downward time, and are different according to the distinction result -- finer heat - - a variation rate -- it can amend. Moreover, a personal computer constitutes a data processor 5 and they are the amendment data tables TB1, TB2, TB3, TB4, and TB5 to it.... TBn Post-installation is also possible when it can do cheaply, since it was made to make it memorize.

[0020] In addition, this invention includes not only the configuration stated in the above-mentioned example but the following modification. At the above-mentioned example, they are the amendment data tables TB1-TBn for every processing conditions. In creating, it was set as the amendment data table by using an AAI include angle as a processing condition element, but you may make it ask by count about the amendment data based on an AAI include angle. For example, amendment data in case an AAI include angle is 0 degree are beforehand memorized to the amendment data table, and you may make it ask the bottom of a certain processing condition for the amendment data of amendment shaft orientations by count with an actual AAI include angle on the basis of this.

[0021] Moreover, although the posture (the perpendicular/horizontal) and AAI include angle of the classification of a processing work piece, the existence (a sentiment/dry cleaning) of a coolant, and a use main shaft were mentioned in the above-mentioned example as an element which determines processing conditions, except this is sufficient as long as it is the element into which processing conditions are changed. Moreover, although 2nd temperature detection sensor 4B detected the temperature of the lower limit section of column 13A as the 2nd point-of-measurement temperature among the temperature detection sensors 4A and 4B of a pair, you may make it detect not only the part of a machining center 1 but its ambient temperature in the above-mentioned example. Moreover, a separate temperature sensor is attached in each main shaft, it doubles with the main shaft then used, and you may make it choose as arbitration the combination of the temperature sensor which becomes a pair in the case of the machine which has two or

more processing heads.

[0022]

[Effect of the Invention] the above passage -- the heat of the machine tool of this invention -- a variation rate -- since two or more sorts of amendment data tables which carried out the correspondence storage of a temperature gradient and the amendment data prepare for different various bottoms of a processing condition, the amendment data table corresponding to processing conditions reads out of these and the amendment data corresponding to a detection temperature gradient have chosen from these amendment data tables, according to the compensator, processing highly precise also under [various] processing conditions can secure.

[Translation done.]

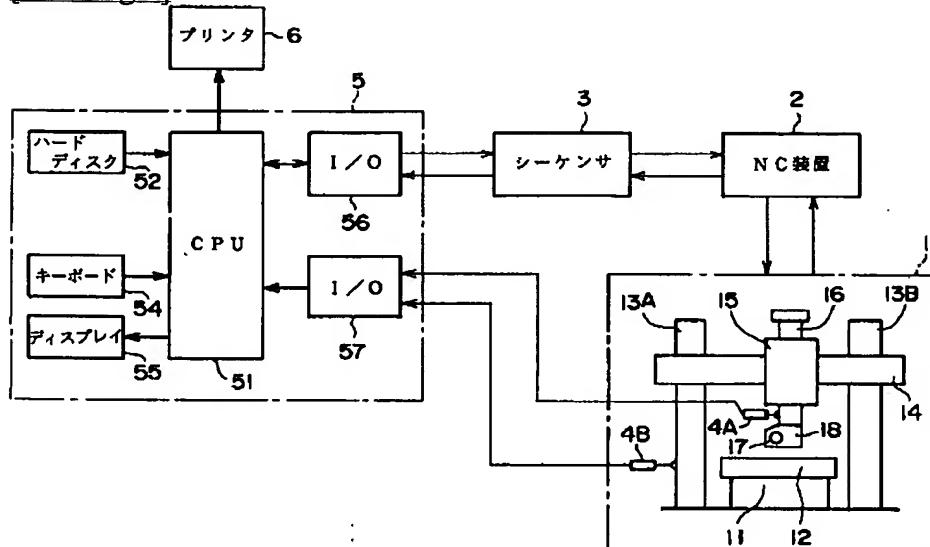
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

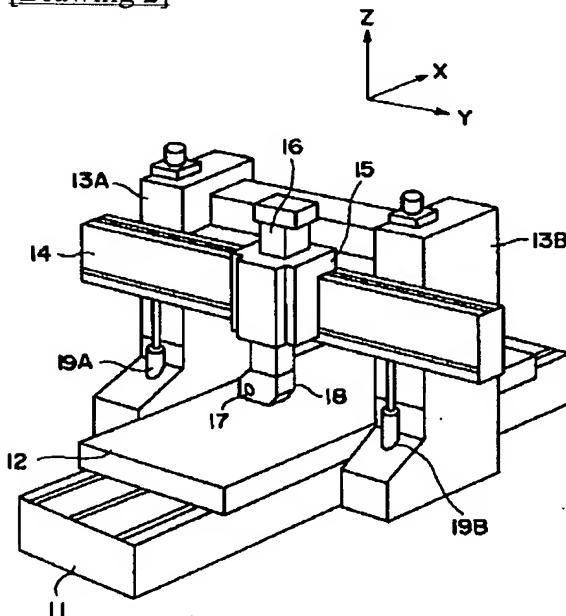
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

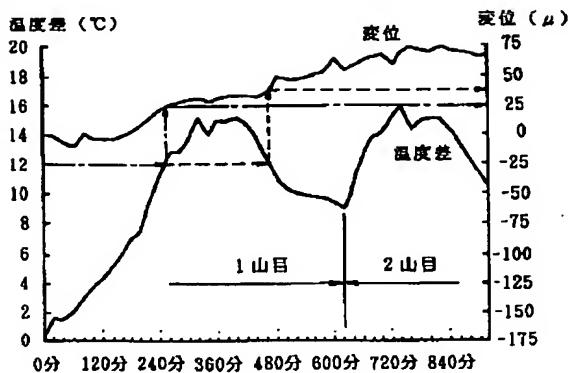
[Drawing 1]



[Drawing 2]



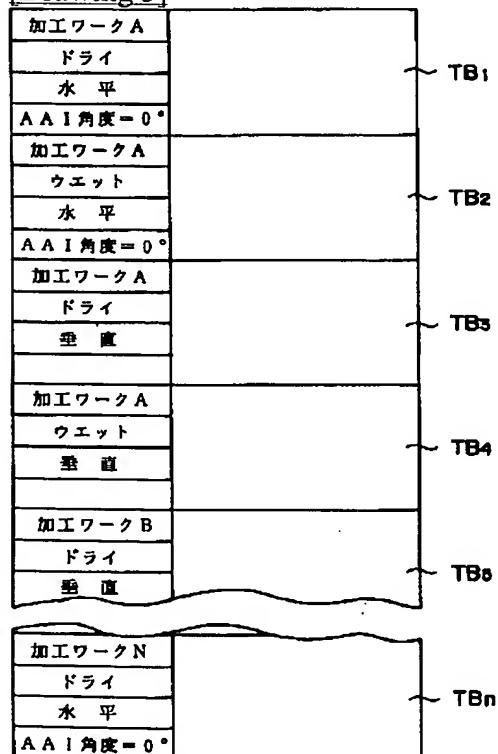
[Drawing 4]



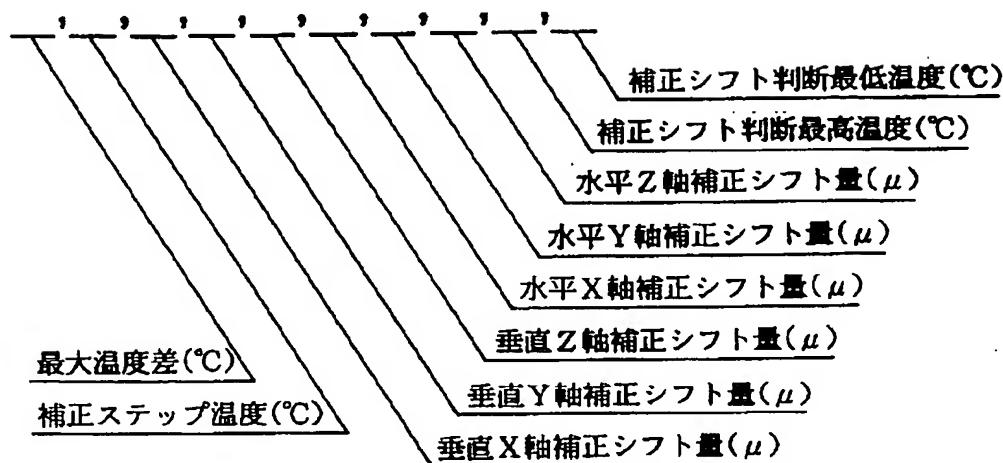
[Drawing 5]

15.	2. -10. -35. 37. -8. -80. 30. 14. 10.	HF
0.	0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.	0
2.	23. -12. 0. 0. 0. 0. 8. 10. 0. 8. 10. 0.	0
4.	37. -4. 11. 0. -4. 11. 8. 14. 11. 9. 14. 11.	
6.	50. -6. 30. 0. -6. 30. 20. 22. 30. 30. 20. 22. 30.	
8.	55. -6. 50. 40. -6. 50. 28. 24. 50. 28. 24. 50.	
10.	62. -8. 64. 58. -8. 64. 32. 24. 64. 32. 24. 64.	DP
12.	73. -10. 76. 73. -10. 76. 32. 23. 76. 32. 23. 76.	
14.	88. -14. 92. 82. -16. 114. 32. 22. 92. 27. 18. 114.	
15.	90. -14. 96. 83. -15. 116. 30. 21. 96. 27. 18. 116.	

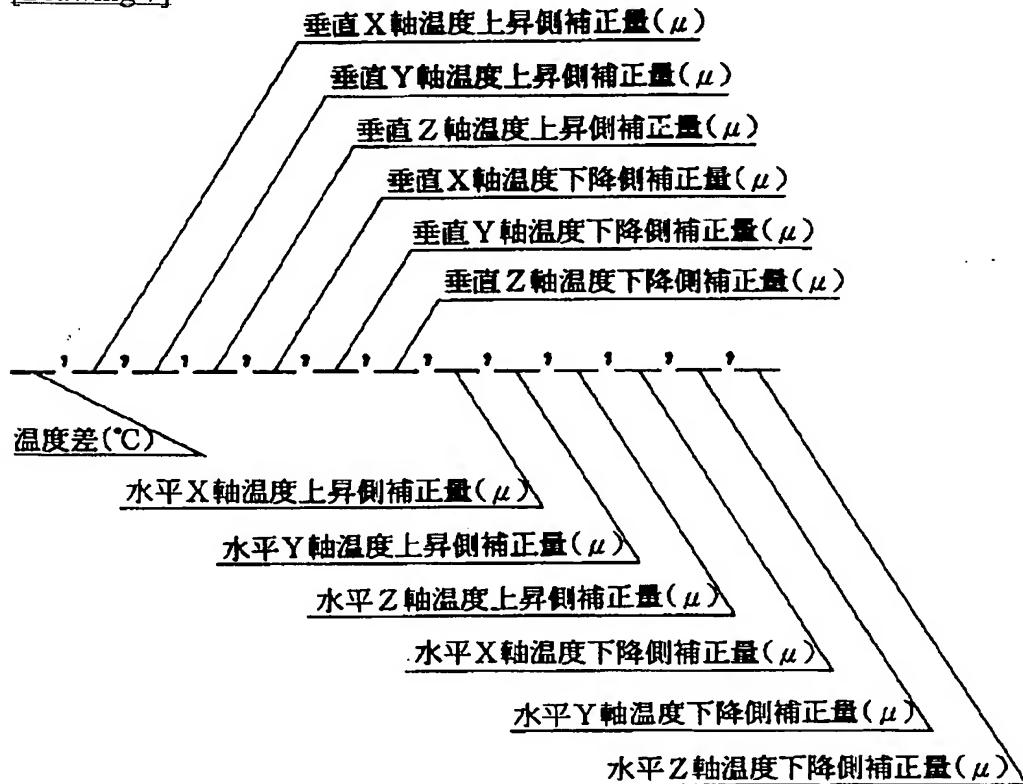
[Drawing 3]



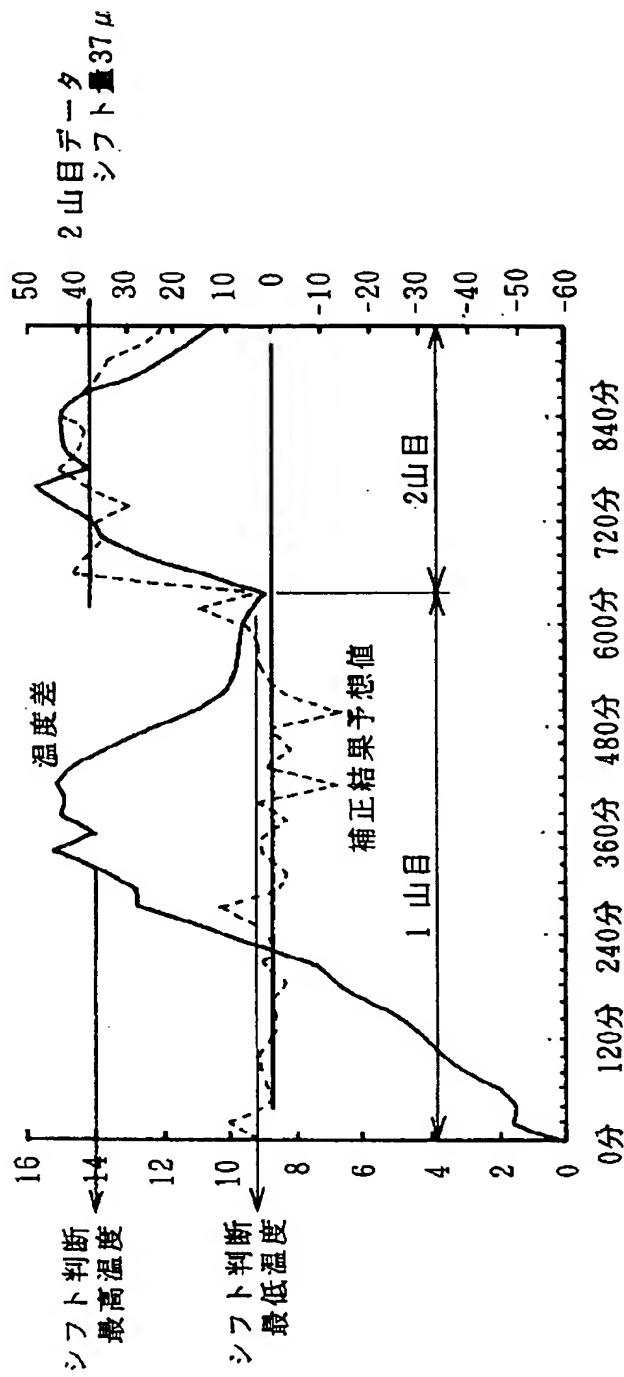
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-226590

(43)公開日 平成6年(1994)8月16日

(51)Int.Cl.⁵
B 23 Q 15/18

識別記号 庁内整理番号
9136-3C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願平5-12552

(22)出願日 平成5年(1993)1月28日

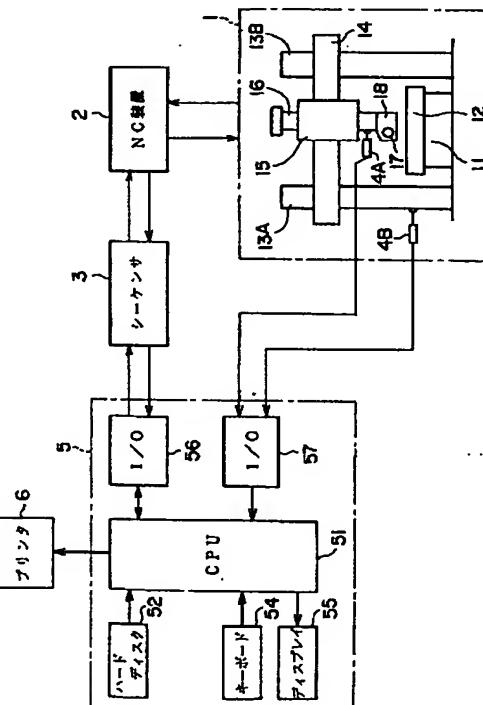
(71)出願人 000003458
東芝機械株式会社
東京都中央区銀座4丁目2番11号
(72)発明者 相磯 勝宣
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内
(72)発明者 舟田 修
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内
(72)発明者 江副 和章
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内
(74)代理人 弁理士 木下 實三 (外2名)
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 工作機械の熱変位補正装置

(57)【要約】

【目的】 異なる各種加工条件の下でも高精度加工を保障できる工作機械の熱変位補正装置を提供する。

【構成】 各種加工条件ごとに複数種の補正データテーブルを作成しておく。実際にワークを加工する際、複数種の補正データテーブルの中から実際の加工条件に対応する補正データテーブルを読み出し、その補正データテーブルの中から、温度検出手段で検出された工作機械の異なる2点の温度の温度差に対応する補正データを読み出したのち、その補正データを基に工作機械の熱変位を自動的に補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】主軸位置の変位量の時間的経過の傾向と温度変化の時間的経過の傾向とが最も等しくなる部位の温度および温度変化が最も少ない部位の温度を検出する一対の温度検出手段と、異なる各種加工条件ごとに前記一対の温度検出手段で検出される2部位の温度差に対応する熱変位を補正する補正データを記憶した複数種の補正データテーブルと、この複数種の補正データテーブルの中から実際の加工条件に対応する補正データテーブルを読み出し、その補正データテーブルの中から前記温度検出手段で検出される2部位の温度差に対応する補正データを読み出す補正データ選択手段と、この補正データ選択手段によって読み出された補正データを基に工作機械の熱変位を補正する補正実行手段と、を具備したことを特徴とするする工作機械の熱変位補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工作機械の熱変位補正装置に関する。詳しくは、クーラントの有無や使用する主軸の姿勢などによって変わる加工条件ごとに、最適な熱変位補正データを選択することができる工作機械の熱変位補正装置に関する。

【0002】

【背景技術】従来、工作機械の熱変位補正装置としては、①特公昭56-27126号公報に記載された「NC工作機械の熱変位補正装置」、②特開昭51-73681号公報に記載された「工作機械の熱変位補正装置」、③特開昭51-90083号公報に記載された「工作機械の熱変位補正装置」などが知られている。

【0003】まず、①のNC工作機械の熱変位補正装置は、予め、加工の個数または加工継続時間に対応して生じる熱変位を補正できる補正値を測定し、それを外部記憶装置に記憶させておき、実際にワークを加工するとき、外部記憶装置の中から加工の個数または加工継続時間に対応する補正値を読み出し、その補正値により熱変位を補正するようにした構成である。

【0004】また、②の工作機械の熱変位補正装置は、温度変化の各段階ごとに、各段階で生じる熱変位を打ち消せる補正値を記憶しておき、実際にワークを加工するとき、工作機械の温度を検出し、その検出温度に対応する補正値を読み出し、その補正値により熱変位を補正するようにした構成である。

【0005】最後に、③の工作機械の熱変位補正装置は、温度変化の適当温度間隔ごとに、その各温度で生じる熱変位を打ち消せる補正値を記憶しておき、実際にワークを加工するとき、工作機械の温度を検出し、その検出温度に最も近い2つの温度に対応する補正値を読み出し、この2つの補正値と温度間隔とから比例計算により検出温度に対応する補正値を算出し、この補正値により熱変位を補正するようにした構成である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した熱変位補正装置は、いずれも加工の個数や工作機械の各温度に対応して単に1つの補正值を記憶させたのみであるから、ある一定の加工条件下では熱変位による影響を少なくて加工精度を保障できるとしても、加工条件が変わると所定の加工精度を確保できないという問題がある。例えば、クーラントの有無、使用する主軸の姿勢(垂直／水平)、アタッチメントの割出角度などによって加工条件が変わると、ある温度での熱変位量も変わるために、加工の個数や温度に対応して補正值を一義的に決めていた従来の熱変位補正方法では、各種加工条件下での加工を高精度に保障できないという問題がある。

【0007】ここに、本発明の目的は、このような従来の課題を解決し、異なる各種加工条件の下でも高精度な加工を保障できる工作機械の熱変位補正装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明の工作機械の熱変位補正装置は、従来の課題を解決するため、次の構成を備える。つまり、主軸位置の変位量の時間的経過の傾向と温度変化の時間的経過の傾向とが最も等しくなる部位の温度および温度変化が最も少ない部位の温度を検出する一対の温度検出手段と、異なる各種加工条件ごとに前記一対の温度検出手段で検出される2部位の温度差に対応する熱変位を補正する補正データを記憶した複数種の補正データテーブルと、この複数種の補正データテーブルの中から実際の加工条件に対応する補正データテーブルを読み出し、その補正データテーブルの中から前記温度検出手段で検出される2部位の温度差に対応する補正データを読み出す補正データ選択手段と、この補正データ選択手段によって読み出された補正データを基に工作機械の熱変位を補正する補正実行手段と、を備える。

【0009】

【作用】予め、各種の加工条件ごとに複数種の補正データテーブルを作成しておく。例えば、クーラントが有る場合と無い場合、使用する主軸の姿勢が水平の場合と垂直の場合、あるいは、これらの組み合わせを変えた各種の加工条件下において、一対の温度検出手段によって工作機械の熱変位の原因となる異なる2部位の温度を検出する。具体的には、主軸位置の変位量の時間的経過の傾向と温度変化の時間的経過の傾向とが最も等しくなる部位の温度および温度変化が最も少ない部位の温度を検出する。そして、両温度の温度差で生じる熱変位を補正する補正データを各温度差に対応して、かつ、各加工条件ごとに記憶させておく。実際にワークを加工する際、複数種の補正データテーブルの中から実際の加工条件に対応する補正データテーブルが読み出され、その補正データテーブルの中から温度検出手段で検出される2部位の

温度差に対応する補正データが読み出されたのち、その補正データを基に工作機械の熱変位が自動的に補正される。従って、異なる各種加工条件の下でも高精度な加工を保障できる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照しながら説明する。図1は本発明の熱変位補正装置を適用した加工システムを示すブロック図である。同加工システムは、工作機械である門形マシニングセンタ（五面加工機）1と、補正実行手段を兼ねるNC装置2と、シーケンサ3と、互いに異なる2点で門形マシニングセンタ1の熱変位の原因となる温度を検出する温度検出手段としての一対の温度検出センサ4A、4Bと、この一対の温度検出センサ4A、4Bで検出された検出温度データおよび加工条件などから最適な熱変位補正データを求め、それを一定時間間隔で前記シーケンサ3を通じて前記NC装置2へ与えるパーソナルコンピュータからなるデータ処理装置5と、このデータ処理装置5で求められる補正データなどをプリントするプリンタ6とから構成されている。

【0011】前記門形マシニングセンタ1は、詳細を図2に示す如く、ベース11の上に前後方向（X軸）へ移動自在に設けられたテーブル12と、このテーブル12を挟んだ両側に立設された一対のコラム13A、13Bと、この両側のコラム13A、13B間に上下方向へ昇降自在に設けられたクロスレール14と、このクロスレール14の長手方向（Y軸）に沿って移動自在に設けられた主軸頭15と、この主軸頭15に上下方向（Z軸）へ昇降自在に設けられかつ内部に回転自在な垂直な主軸（図示省略）を有するラム16と、このラム16の下端に着脱自在に取り付けられかつ内部に水平なアッチャメント主軸17を有するアッチャメント18とから構成されている。前記各コラム13A、13Bには、主軸頭15のY軸方向位置に応じてクロスレール14の両側のコラム13A、13Bにかかる負荷をバランスさせるためのバランスシリンダ19A、19Bがそれぞれ設けられている。

【0012】前記一対の温度検出センサ4A、4Bのうち、第1の温度検出センサ4Aは、機械主軸位置の変位量の時間的経過の傾向と温度変化の時間的経過の傾向とが最も等しくなる部位の温度を第1測定点温度として検出する。ここでは、垂直主軸近傍のラム16の下端部の温度を第1測定点温度として取り込む。また、第2の温度検出センサ4Bは、門形マシニングセンタ1の最も温度変化が少ない部位、ここでは、コラム13Aの下端部の温度を第2測定点温度として検出する。これらの第1および第2測定点温度データは、所定時間ごとに、データ処理装置5に取り込まれる。

【0013】前記データ処理装置5は、CPU51、処理プログラムや補正データなどを記憶するハードディス

ク52、キーボード54、ディスプレイ55および2つのI/O56、57などを含む。ここに、CPU41は、本実施例の補正データ選択手段を構成している。前記I/O56には前記シーケンサ3が、前記I/O57には前記一对の温度検出センサ4A、4Bがそれぞれ接続されている。また、前記ハードディスク52には、図3に示すように、異なる各種加工条件下における複数種の補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nが記憶されている。例えば、加工ワークAについて、クーラントが無（ドライ）、使用主軸の姿勢が水平、AAI角度（アッチャメント割出角度）が0°の加工条件下での補正データテーブルTB₁、加工ワークAについて、クーラントが有（ウェット）、使用主軸の姿勢が水平、AAI角度が0°の加工条件下での補正データテーブルTB₂、加工ワークAについて、クーラントが無（ドライ）、使用主軸の姿勢が垂直の加工条件下での補正データテーブルTB₃、加工ワークAについて、クーラントが有（ウェット）、使用主軸の姿勢が垂直の加工条件下での補正データテーブルTB₄……などがそれぞれ記憶されている。

【0014】ここで、補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nの作成は、次の方法によって行う。まず、目的の加工ワークや加工条件などを含む加工プログラムに相当して、主軸の位置の変位を検出できるような計測用プログラムを作成する。ここで、垂直主軸および水平主軸についてX、Y、Z軸方向の変位を検出できるように計測器をセットしたのち、計測用プログラムを運転し、そのときの温度変化と各測定点の変位とを測定、記録する。この測定結果から、図4に示すようなグラフを作成する。このグラフの温度差（第1測定点温度－第2測定点温度）カーブの1山目までのデータを基に、X、Y、Z軸のそれぞれについて温度上昇時、温度下降時の補正データを決定する。例えば、温度差12°Cの温度上昇時における補正データは-25μ、温度下降時における補正データは-37μのように決定する。これを各種の加工条件別にそれぞれ行い、その補正データをデータ処理装置5に入力することにより、各種の補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nを作成することができる。

【0015】前記各補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nのデータは、図5に例示するように、第1行目のヘッダ部HPと、第2行目以下のデータ部DPとに分けられている。前記ヘッダ部HPの内容は、図6に示す如く、左から、最大温度差（°C）、補正ステップ温度（°C）、垂直X軸補正シフト量（μ）、垂直Y軸補正シフト量（μ）、垂直Z軸補正シフト量（μ）、水平X軸補正シフト量（μ）、水平Y軸補正シフト量（μ）、水平Z軸補正シフト量（μ）、補正シフト判断最高温度（°C）、補正シフト判断最低温度（°C）からなる。ここで、補正シフト量とは、温度差力

ープの山が2回以上現れる場合、2山目以降の補正データを修正する必要があるときに利用する。具体的には、図8のように、温度差カーブの1山目のデータで補正の結果を予想したときに2山目の不一致量を補正シフト量とする。前記データ部DPの内容は、図7に示す如く、左から、温度差(℃)、垂直X軸温度上昇側補正量(μ)、垂直Y軸温度上昇側補正量(μ)、垂直Z軸温度上昇側補正量(μ)、垂直X軸温度下降側補正量(μ)、垂直Y軸温度下降側補正量(μ)、垂直Z軸温度下降側補正量(μ)、水平X軸温度上昇側補正量(μ)、水平Y軸温度上昇側補正量(μ)、水平Z軸温度上昇側補正量(μ)、水平X軸温度下降側補正量(μ)、水平Y軸温度下降側補正量(μ)、水平Z軸温度下降側補正量(μ)からなる。

【0016】次に、本実施例の作用を説明する。テーブル12上に加工ワークが搬入されると、その加工ワークの種類が判別されハードディスク52に入力される。その後、搬入されたワークに対応した加工プログラムに従って門形マシニングセンタ1が運転されると、その加工プログラムの各種コードによってクーラントの有無、使用主軸の姿勢、AAI角度などが自動的に判別される。すると、ハードディスク52に記憶された各種の補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nの中から、これらの加工条件に合致した補正データテーブルが読み出される。

【0017】また、一対の温度検出センサ4A、4Bからの検出温度データがI/O57を通じてCPU51に取り込まれると、CPU51は、これら2つの温度の温度差(第1測定点温度-第2測定点温度)を算出し、前記加工条件に対応して読み出した補正データテーブルの中から温度差に対応する補正データを選択する。このとき、前回算出した温度差を基に今回の温度差が温度上昇時であるか、温度下降時であるかを判別し、その判別結果に応じた補正データを選択する。こののち、選択した補正データをシーケンサ3を通じてNC装置2へ与えると、NC装置2は、機械座標原点位置を補正データ分だけシフトさせて機械を移動させる。これにより、熱変位が自動的に補正される。

【0018】従って、本実施例によれば、異なる各種加工条件下において異なる2点の温度差と補正データとを対応させた複数種の補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nを作成し、これをハードディスク52内に記憶させておき、実際にワークを加工する際の加工条件に一致した補正データテーブルを読み出し、この補正データテーブルの中から温度差に対応する補正データを選択し、その補正データを基に機械座標原点位置を補正するようにしたので、各種加工条件下でも高精度加工を保障することができる。

【0019】特に、加工ワークの種別、クーラントの有無(ウェット/ドライ)、使用主軸の姿勢(垂直/水

平)およびAAI角度を含めて各種の加工条件下での補正データテーブルを作成してあるので、各種の加工条件を考慮した最適な熱変位補正を行うことができる。しかも、温度差が上昇時であるか下降時であるかを判別し、その判別結果に応じて異なる補正データを選択できるようにしてあるので、より細かな熱変位補正を行うことができる。また、データ処理装置5をパソコンコンピュータによって構成し、それに補正データテーブルTB₁、TB₂、TB₃、TB₄、TB₅……TB_nを記憶させるようにしたので、安価にできる上、後付けも可能である。

【0020】なお、本発明は、上記実施例で述べた構成に限らず、次の変形例も含む。上記実施例では、加工条件ごとに補正データテーブルTB₁～TB_nを作成するに当たって、AAI角度を加工条件要素として補正データテーブルに設定したが、AAI角度による補正データについては計算によって求めるようにしてもよい。例えば、ある加工条件下においてAAI角度が0°のときの補正データを予め補正データテーブルに記憶しておき、これを基準として、実際のAAI角度によって補正軸方向の補正データを計算で求めるようにしてもよい。

【0021】また、上記実施例では、加工条件を決める要素として、加工ワークの種別、クーラントの有無(ウェット/ドライ)、使用主軸の姿勢(垂直/水平)およびAAI角度を挙げたが、加工条件を変える要素であればこれ以外でもよい。また、上記実施例では、一対の温度検出センサ4A、4Bのうち、第2の温度検出センサ4Bによってコラム13Aの下端部の温度を第2測定点温度として検出するようにしたが、マシニングセンタ1の部位に限らず、その周囲温度を検出するようにしてもよい。また、複数の加工ヘッドを有する機械の場合、それぞれの主軸に別々の温度センサを取り付け、その時に使用する主軸に合わせ、一対になる温度センサの組み合わせを任意に選択するようにしてもよい。

【0022】

【発明の効果】以上の通り、本発明の工作機械の熱変位補正装置によれば、異なる各種加工条件下において温度差と補正データとを対応記憶させた複数種の補正データテーブルを用意し、これらの中から加工条件に合致した補正データテーブルを読み出し、この補正データテーブルの中から検出温度差に対応する補正データを選択するようにしてあるから、各種加工条件下でも高精度な加工を保障することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置を適用した加工システムの全体を示すブロック図である。

【図2】同上実施例の門形マシニングセンタを示す斜視図である。

【図3】同上実施例の各種補正データテーブルを示す図である。

【図4】同上実施例の補正データテーブルを作成するに

当たり、温度差と変位との関係を示す図である。

【図5】同上実施例の補正データテーブルの具体例を示す図である。

【図6】同上実施例の補正データテーブルのヘッダ部の内容を示す図である。

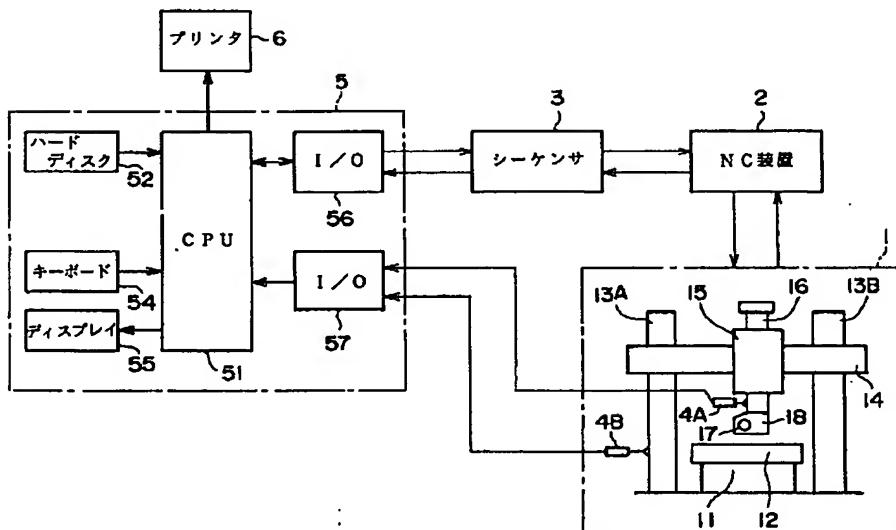
【図7】同上実施例の補正データテーブルのデータ部の内容を示す図である。

【図8】同上実施例の補正シフト量を説明するための図である。

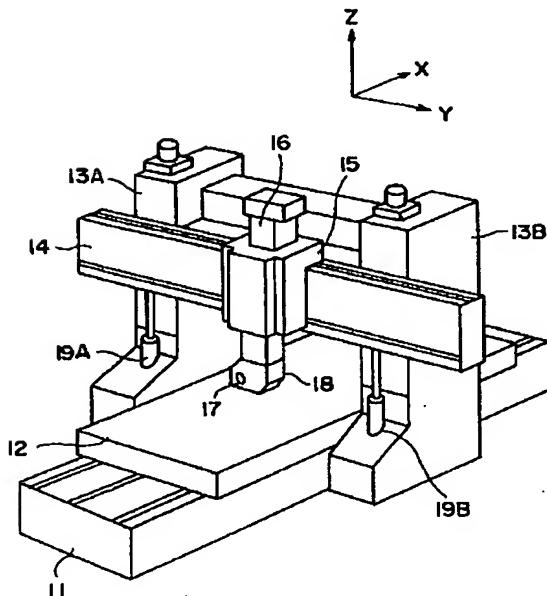
【符号の説明】

- 1 門形マシニングセンタ（工作機械）
- 2 NC装置（補正実行手段）
- 4 A, 4 B 温度検出センサ（温度検出手段）
- 5 1 C P U (補正データ選択手段)
- 5 3 R A M (補正データテーブルを記憶したメモリ)
- T B₁, T B₂, T B₃, T B₄, T B₅ ……T B_n 補正データテーブル

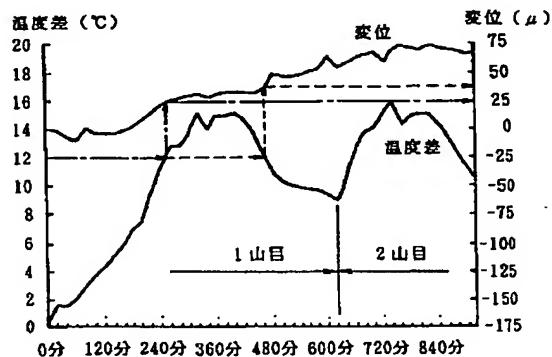
【図1】



【図2】



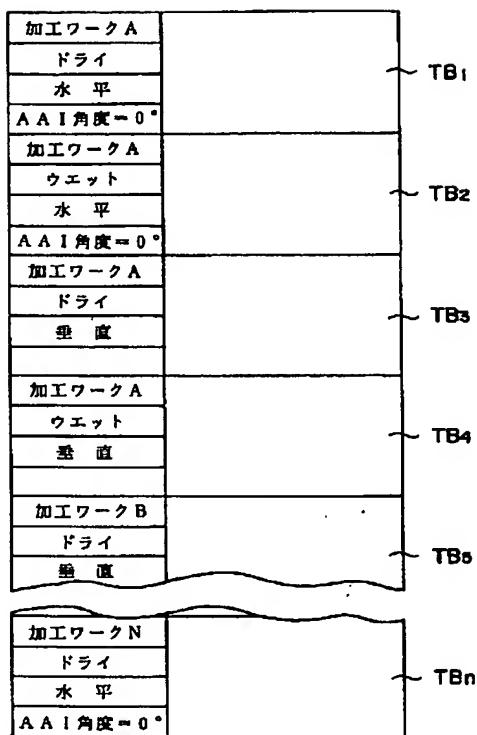
【図4】



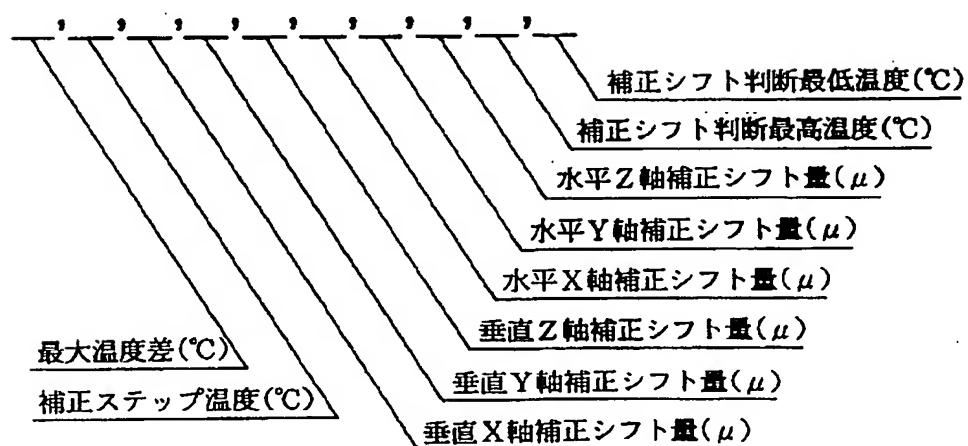
【図5】

	HP												DP
1.	2.	-10.	-35.	37.	-8.	-30.	30.	14.	10.	0.	0.	0.	DP
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
2.	23.	-12.	0.	0.	0.	0.	8.	10.	0.	8.	10.	0.	
4.	37.	-4.	11.	0.	-4.	11.	9.	14.	11.	9.	14.	11.	
6.	50.	-6.	30.	0.	-6.	30.	20.	22.	30.	20.	22.	30.	
8.	55.	-6.	50.	40.	-6.	50.	28.	24.	50.	28.	24.	50.	
10.	62.	-8.	64.	58.	-8.	64.	32.	24.	64.	32.	24.	64.	
12.	73.	-10.	76.	73.	-10.	76.	32.	23.	76.	32.	23.	76.	
14.	88.	-14.	92.	82.	-18.	114.	32.	22.	92.	27.	18.	114.	
15.	90.	-14.	98.	83.	-15.	116.	30.	21.	96.	27.	18.	116.	

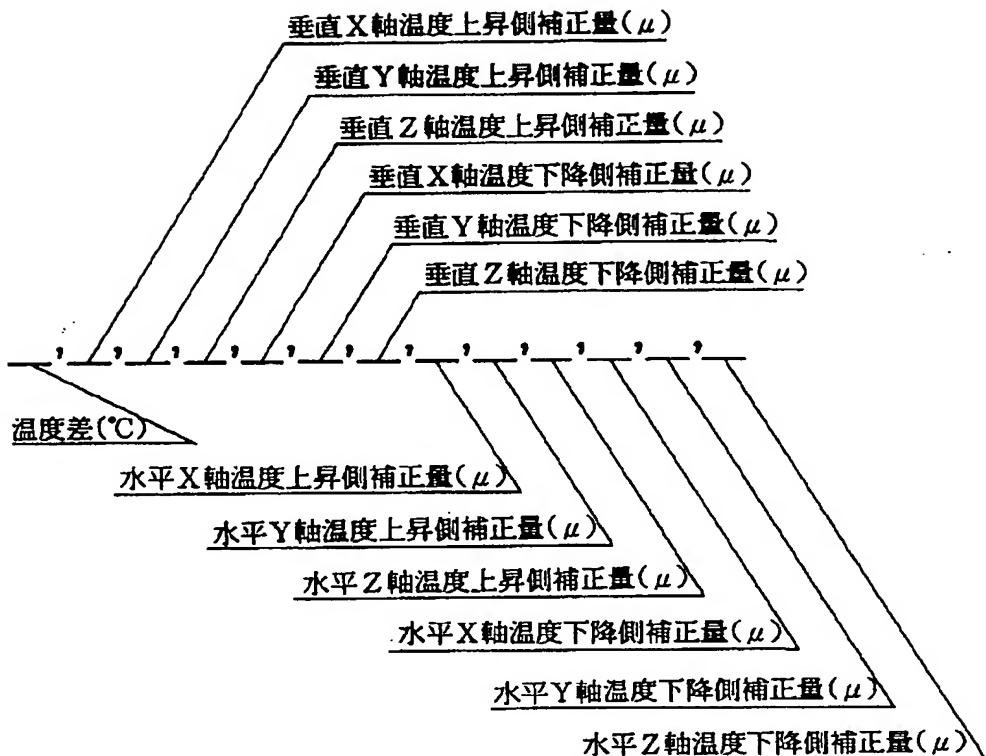
【図3】



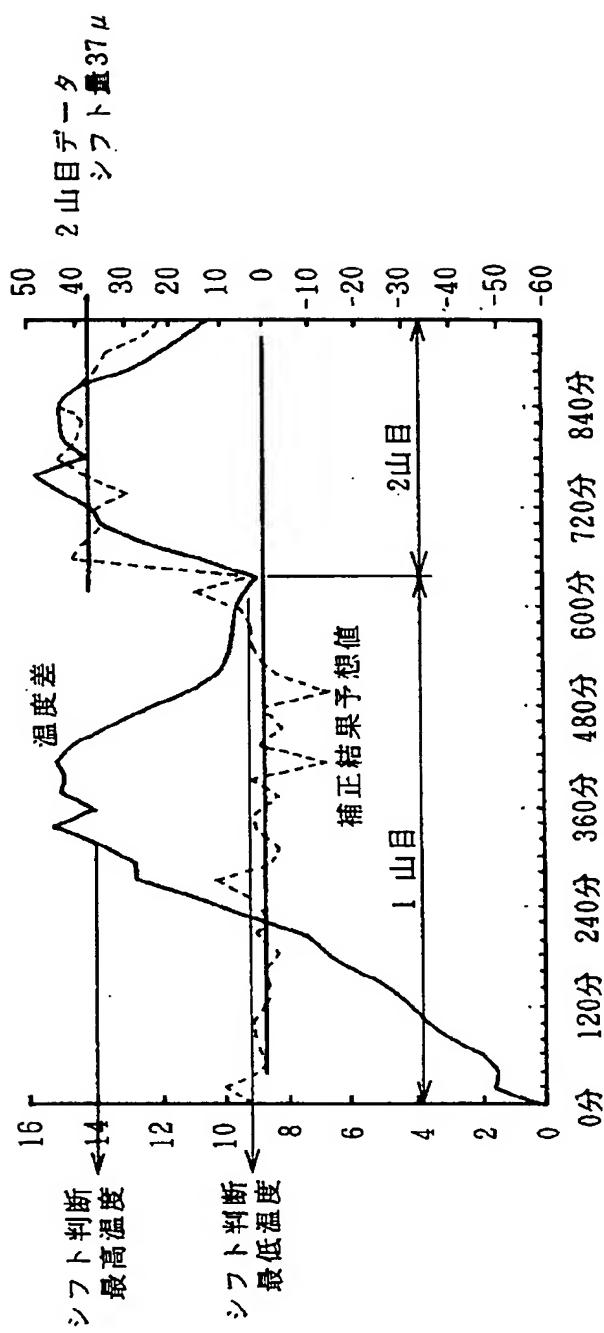
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 秋山 守
 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
 会社沼津事業所内